

В. А. КОЛБАСИН**ОБНАРУЖЕНИЕ ТОНАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ В ПРИСУТСТВИИ РЕЧЕВОЙ ПОМЕХИ**

У статті розглянуто метод розпізнавання тональних сигналів телефонної мережі загального користування (ТфЗК) у присутності мовної перешкоди. Метод дозволяє для ряду застосувань комп'ютерної телефонії обійтися без використання модуля придушення луни. Для визначення моменту початку тональної посилки пропонується використовувати відношення середньої оцінки спектральної щільності міцності (СЩМ) на частоті тональних сигналів на попередньому інтервалі аналізу до мінімальної оцінки СЩМ на поточному інтервалі.

В статье рассмотрен метод распознавания тональных сигналов телефонной сети общего пользования (ТфОП) в присутствии речевой помехи. Метод позволяет для ряда приложений компьютерной телефонии обойтись без использования модуля подавления эха. Для определения момента начала тональной посылки предлагается использовать отношение средней оценки спектральной плотности мощности (СПМ) на частоте тональных сигналов на предыдущем интервале анализа к минимальной оценке СПМ на текущем интервале.

In the article tone signals of public switched telephone network (PSTN) recognition method that robust to speech interference is proposed. The method makes possible to several computer-telephony integration applications to omit using the echo canceller. Tonal packet start is detected by ratio of average power spectral density (PSD) in the previous analysis interval to minimal PSD in the current analysis interval.

Введение. Большинство систем компьютерной телефонии (СКТ) содержат модуль подавления эха, удаляющий из принимаемого СКТ сигнала выданный ею в линию сигнал и его отражение. Для систем, поддерживающих дуплексный режим взаимодействия с пользователем, этот модуль является необходимым. Однако, большинство СКТ взаимодействует с пользователем полудуплексно, т.е. информация передается либо СКТ, либо пользователем. В этом случае модуль подавления эха необходим только лишь для обнаружения асинхронно (по отношению к процессу диалога между пользователем и СКТ) появляющихся тональных сигналов телефонной сети общего пользования (ТфОП). Иными словами, в приложениях автоматического оповещения по телефону и автоответчика модуль подавления эха нужен только для отделения тональных сигналов ТфОП от выдаваемого СКТ в линию сигнала.

При построении СКТ на базе универсального аппаратного обеспечения, в составе которого уже присутствует модуль подавления эха, имеет смысл использовать предоставляемые им возможности. Однако если СКТ создается на базе специализированного аппаратного обеспечения, то включение в состав СКТ модуля компенсации эха будет излишним, если тональные сигналы ТфОП можно будет обнаружить на фоне речевого сигнала, выдаваемого СКТ в линию. Что позволит удешевить и упростить аппаратное обеспечение СКТ.

Таким образом, целью данной работы является построение методики распознавания тональных сигналов ТфОП на фоне речевой помехи.

Характеристики сигнала и помехи. Тональные сигналы ТфОП используются для оповещения оконечного оборудования ТфОП и абонента о состоянии соединения. Они представляют собой пакетные сигналы, состоящие из посылок гармонического сигнала частотой 425 Гц. Длительность посылок определяет тип сигнала.

Нормированный по уровню тональный сигнал ТфОП определяется как:

$$s(t) = \begin{cases} \sin(f \cdot t) & t \in [nT_{\text{илп}}, nT_{\text{илп}} + T_{\text{посылки}}] \\ 0 & t \in [nT_{\text{илп}} + T_{\text{посылки}}, (n+1)T_{\text{илп}}] \end{cases} \quad (1)$$

Существует три основных типа тональных сигналов:

- 1) готовность АТС (постоянный сигнал, $T_{\text{илп}} = T_{\text{посылки}}$);
- 2) контроль посылки вызова ($0,6 \leq T_{\text{посылки}} \leq 1,37$, $6 \leq T_{\text{илп}} \leq 7,6$ секунд);
- 3) занятость ($250 \leq T_{\text{посылки}} \leq 400$, $250 \leq T_{\text{илп}} \leq 400$ миллисекунд).

Для речевой помехи характерно распределение энергии сигнала по 8-10 основным гармоникам речевого сигнала. Длительность интервала стационарности речевого сигнала принято считать равной 20 миллисекундам.

Существующие методы обнаружения. В литературе [1, 2] приведено достаточно много методов обнаружения гармонического сигнала на фоне помех, но эти методы рассматривают помеху как стационарный сигнал с известными параметрами распределения. Речевой же сигнал является кусочно-стационарным, причем параметры распределения для различных участков стационарности априорно неизвестны, что не позволяет использовать данные классические методы для решения поставленной задачи.

Достаточно часто в технике для определения тональных сигналов сравнивают оценку СПМ на частоте тональных сигналов (далее, оценка СПМ) с некоторым порогом для определения моментов начала и завершения тональной посылки. И далее на их основании проверяют, является ли анализируемый сигнал тональным сигналом ТфОП. Однако в данном случае этот способ непосредственно применить нельзя, т.к. в нем величина порога фиксирована. Вследствие этого речевая помеха может поднять уровень оценки СПМ на некотором коротком интервале выше порога, исказив тем самым оценку временных параметров тонального сигнала.

Идея метода. Рассмотрим изменение оценки СПМ на частоте тональных сигналов на участках тональной посылки и паузы. Поскольку речевая помеха смешивается с тональным сигналом аддитивно, то на протяжении всей тональной посылки оценка СПМ на частоте тонального сигнала будет больше мощности тонального сигнала. На участке паузы между тональными послылками оценка СПМ будет меняться с интервалом, равным длительности интервала стационарности речевого сигнала (20 мс) и в среднем будет

достаточно маленькой в силу рассредоточенности энергии речевого сигнала. Тогда решающее правило для определения начала и конца тональной посылки может быть построено на основе сравнения минимального и среднего значений оценки СПМ, полученных на соседних участках (интервалах анализа) длительность которых равняется минимальной длительности посылки тонального сигнала.

На основе всего вышеизложенного, для обнаружения моментов начала и завершения тональной посылки предлагается следующая методика. Принимаемый сигнал разбивается на перекрывающиеся окна анализа с шагом 10 мс, длиной 20 мс. Для каждого окна вычисляется оценка СПМ на частоте 425 Гц при помощи метода, предложенного в [3]. Затем по интервалу анализа, состоящему из K окон, вычисляются оценка мощностей тонального сигнала:

$$V_i = \min_{j=1, K, S_{i+j} > m_1} S_{i+j}, \quad m_1 = \min_{j=1, K} S_{i+j} \quad (2)$$

и мощности помехи:

$$N_i = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K S_{i+j}, \quad (3)$$

где S_i - оценка СПМ на частоте тонального сигнала в окне i .

Найденные значения N запоминаются в кольцевом буфере объемом K значений. Начало тональной посылки находится из условия:

$$\left(\frac{V_i}{N_{i-K}} > L_{front} \right) \cup (V_i > L_{abs}), \quad (4)$$

где L_{abs} - минимальная мощность посылки тонального сигнала;

L_{front} - минимальное отношение мощности тонального сигнала к мощности помехи.

При обнаружении момента начала тональной посылки мощность тонального сигнала запоминается $V' = V_i$.

Завершение тональной посылки определяется исходя из условия:

$$V_j < V' \cdot L_{down}. \quad (5)$$

где L_{down} - коэффициент постоянства мощности сигнала.

После обнаружения факта завершения тональной посылки следующие K окон анализа пропускаются и не обрабатываются.

Схема работы описанной методики проиллюстрирована на рисунках.

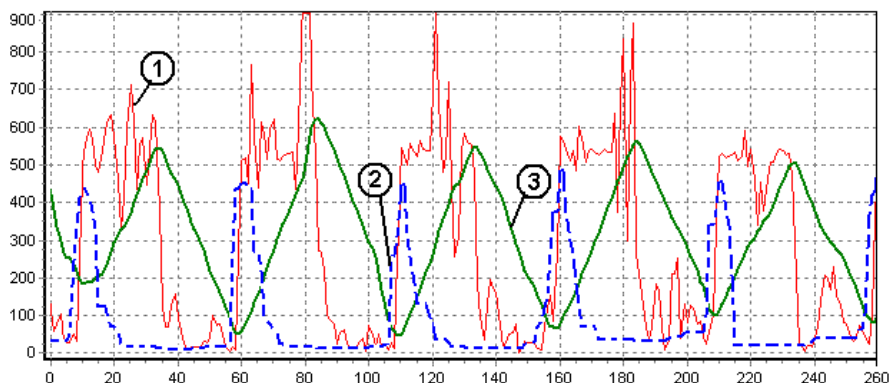


Рисунок 1. График изменения оценок СПМ (1), мощности сигнала (2) и мощности помехи (3) для участка тонального сигнала ТфОП

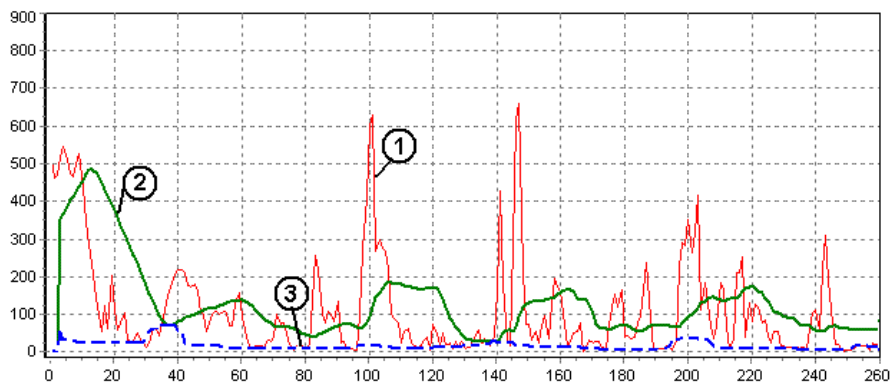


Рисунок 2. График изменения оценок СПМ (1), мощности сигнала (2) и мощности помехи (3) для участка речевой помехи

Далее, исходя из найденной оценки мощности тонального сигнала, выполняется проверка соответствия принятого сигнала шаблону тонального сигнала ТфОП. Проверка на соответствие шаблону может выполняться по различному количеству тональных посылок. Чем большее количество посылок требуется для определения сигнала ТфОП, тем точнее будет работать метод, но тем большая будет задержка между появлением сигнала в сети и его обнаружением СКТ.

Результаты. Для проверки работоспособности предложенного метода было выполнено обнаружение тональных сигналов занятости на участке речевого сигнала длительностью 1 час. Качество обнаружения тонального сигнала проверялось следующим образом: 1000 тональных сигналов были

зашумлены речевой/музыкальной помехой, уровень которой совпадал с уровнем сигнала. Затем определялось, какое количество сигналов занятости было обнаружено. Результаты тестирования приведены в таблице.

Результаты тестирования метода

Тип помехи	Сравнение с порогом	Проверка по 2 посылкам	Проверка по 3 посылкам	Проверка по 4 посылкам
Количество ложно определенных цифр за 1 час				
Музыка	58	5	1	1
Речь	43	4	3	2
Количество пропущенных последовательностей за 1 час				
Музыка	3	1	2	3
Речь	7	2	3	4

Таким образом, предложенный метод позволяет существенно улучшить качество распознавания тональных сигналов ТфОП при наличии речевой помехи и может быть использован при создании СКТ на базе специального оборудования, не содержащего модуль подавления эха.

Список литературы: 1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Радио и связь, 1989 г. 2. Прокис Д. "Цифровая связь". Пер. с англ./Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000 г. 3. Куценко А.С., Колбасин В.А. Модифицированный алгоритм вычисления спектральной плотности мощности для задачи распознавания двухтональных сигналов // Хмельницький: Вісник Технологічного університету Поділля, 2003. – № 4, ч. 2. – с. 217 - 220.

Поступила в редколлегию 23.05.07

УДК 519.816

В. В. МОСКАЛЕНКО, канд. техн. наук, доц. каф. АСУ НТУ «ХПИ»,
Е. В. КОРОЛЕВА, студент НТУ «ХПИ»

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКТНОГО ПОРТФЕЛЯ В РАМКАХ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статті розглядається проблема розробки інвестиційної політики, в рамках котрої вирішується питання формування інвестиційного портфеля. Пропонується здійснити вибір напрямку інвестиційної діяльності, користуючись многофакторною експертною моделлю оцінки, а також розрахувати агреговані показники ризику та ефективності інвестиційних проектів. Та користуючись отриманими даними сформувати інвестиційний портфель.

В статье рассматривается проблема разработки инвестиционной политики, в рамках которой решается вопрос формирования инвестиционного портфеля. Предлагается осуществить выбор направления инвестиционной деятельности, используя многофакторную экспертную модель